

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

BF

(11)Publication number : 11-153723

(43)Date of publication of application : 08.06.1999

(51)Int.Cl.

G02B 6/24  
G02B 6/40

(21)Application number : 10-252454

(71)Applicant : HOYA CORP

(22)Date of filing : 07.09.1998

(72)Inventor : YOSHIDA MASAHIRO  
YAMASHITA TERUO

(30)Priority

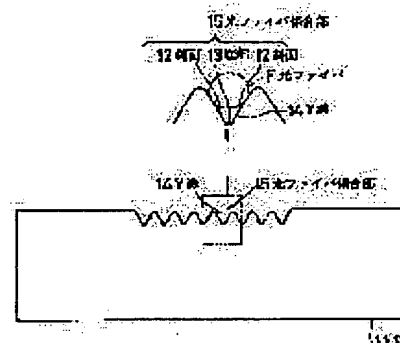
Priority number : 09253053 Priority date : 18.09.1997 Priority country : JP

(54) MEMBER FOR USE IN FIXING OPTICAL FIBER, OPTICAL FIBER ARRAY, OPTICAL GUIDEWAVE MODULE AND DIMENSIONAL ACCURACY MEASURING METHOD FOR MEMBER FOR USE IN FIXING OPTICAL FIBER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To enable the correct and accurate measure of an optical fiber engaging part by obtaining the center position of the optical fiber engaging part with a measuring microscope and a tracer type shape measuring machine with high accuracy.

SOLUTION: A member for use in fixing optical fibers 11 has optical fiber engaging part 15 positioningly engaging with optical fibers F and this optical fiber engaging part 15 is provided with two slopes 12 supporting side faces of the optical fiber F when it is engaged with the optical fiber F and a bottom surface 13 positioning in between the slopes 12. The bottom surface 13 is made to be flat. The inclination between bottom surface 13 and the slopes 12 is made to be discontinuous at boundary parts in which the bottom surface 13 and the slopes 12 are connected in a cross section vertical to the optical axis of the optical fiber F which is to be held in between the slopes 12. Thus, when the optical fiber engaging part 15 is seen in a state in which a light is irradiated with respect to the bottom surface 13 from the upper direction or the lower direction, the contrast between the bottom surface 13 and the slopes 12 by a reflected light or a transmission light is made larger.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

【物件名】

甲第 6 号証

## 甲第 6 号証

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-153723

(43) 公開日 平成11年(1999) 6月8日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

F I

G 0 2 B 6/24  
6/40G 0 2 B 8/24  
6/40

【添付書類】



審査請求 未請求 請求項の数10 O L (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平10-252454

(22) 出願日 平成10年(1998) 9月7日

(31) 優先権主張番号 特願平9-253053

(32) 優先日 平9(1997) 9月18日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000113263

ホーヤ株式会社

東京都新宿区中落合2丁目7番5号

(72) 発明者 吉田 昌弘

東京都新宿区中落合2丁目7番5号 ホーヤ株式会社内

(72) 発明者 山下 照夫

東京都新宿区中落合2丁目7番5号 ホーヤ株式会社内

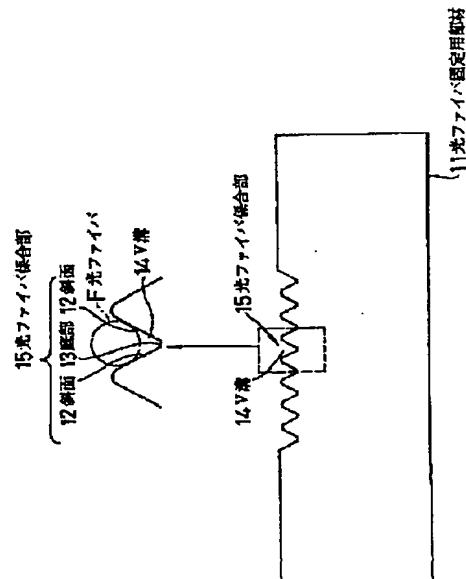
(74) 代理人 弁理士 阿仁屋 節雄 (外2名)

(54) 【発明の名称】 光ファイバ固定用部材、光ファイバアレイ、光導波路モジュールおよび光ファイバ固定用部材の寸法精度の測定方法

(57) 【要約】

【課題】 測定顕微鏡や触針式の形状測定機で光ファイバ係合部の中心位置を高精度に求めて、光ファイバ係合部の正確な精度測定を可能とする。

【解決手段】 光ファイバ固定用部材11は光ファイバFを位置決め係合する光ファイバ係合部15を有し、この光ファイバ係合部15は光ファイバFを係合したときに、光ファイバ側面を支持する2つの斜面12と、斜面12間に位置する底面13とを備える。底面13は平坦とする。また、斜面12に支持される光ファイバFの光軸に対し垂直な断面において底面13と斜面12とが接続する境界部分で底面13と斜面12との傾きを不連続にする。これにより底面13に対し上方または下方から光を照射した状態で光ファイバ係合部15を見たとき、反射光または透過光による底面13と斜面12とのコントラストを大きくする。



(2)

特開平11-153723

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 光ファイバ端部を位置決め係合するための光ファイバ固定用部材において、前記光ファイバ端部の側面を支持するための2つの斜面と前記2つの斜面の間に位置する底面を有する光ファイバ係合部を備え、

前記底面が平坦であり、かつ前記斜面に支持される光ファイバの光軸に対し垂直な断面において前記底面と前記斜面とが接続する部分で前記底面と前記斜面との傾きが不連続であることを特徴とする光ファイバ固定用部材。

【請求項2】 光ファイバ端部を位置決め係合するための光ファイバ固定用部材において、前記光ファイバ端部の側面を支持するための2つの斜面と前記2つの斜面の間に位置する底面を有する光ファイバ係合部を備え、

前記底面が平坦であり、かつ前記底面に対し上方向または下方向から光を照射した状態で光ファイバ係合部を見たとき、反射光または透過光による前記底面と前記斜面でのコントラストが大きくなるよう、反射膜および／または反射防止膜を前記斜面と前記底面に選択的に成膜したことを特徴とする光ファイバ固定用部材。

【請求項3】 光ファイバ端部を位置決め係合するための光ファイバ固定用部材において、前記光ファイバ端部の側面を支持するための2つの斜面と前記2つの斜面の間に位置する底面を有する光ファイバ係合部を備え、

前記底面が平坦であり、かつ前記底面の表面粗さ  $R_a$  が  $1.0 \mu\text{m}$  以下であることを特徴とする光ファイバ固定用部材。

【請求項4】 複数の光ファイバ係合部を有し、前記光ファイバ係合部の平坦な底面が同一平面上に位置することを特徴とする請求項1ないし3のいずれかに記載の光ファイバ固定用部材。

【請求項5】 モールド成形が可能な素材をモールド成形して得られることを特徴とする請求項1ないし4のいずれかに記載の光ファイバ固定用部材。

【請求項6】 素材がガラス材料、高分子材料、高分子材料と無機フィラーからなるコンポジット材料のいずれか1つであることを特徴とする請求項5に記載の光ファイバ固定用部材。

【請求項7】 請求項1ないし6のいずれかに記載の光ファイバ固定用部材と、

前記光ファイバ係合部に係合された光ファイバと、前記光ファイバ係合部に係合された光ファイバ側面を押圧し、前記光ファイバ端部を前記光ファイバ固定用部材とで挟持する押さえブロックとを備え、少なくとも前記光ファイバ固定用部材が透明である光ファイバアレイ。

【請求項8】 請求項7に記載された光ファイバアレイと、前記光ファイバアレイと光接続された光導波路素子とを

有する光導波路モジュール。

【請求項9】 請求項1～6のいずれかに記載の光ファイバ固定用部材の寸法精度の測定方法において、光ファイバ固定用部材の光ファイバ係合部の斜面と底面との観察像のコントラストを利用して前記斜面と底面との境界位置を判別し、

前記境界位置をもとに2個以上の前記光ファイバ係合部のピッチを測定することにより光ファイバ係合部の寸法精度を測定することを特徴とする光ファイバ固定用部材の寸法精度の測定方法。

【請求項10】 触針式の形状測定機を用いた請求項1～6のいずれかに記載の光ファイバ固定用部材の寸法精度の測定方法において、

光ファイバ固定用部材の光ファイバ係合部の斜面と底面との観察像のコントラストを利用して前記斜面と底面との境界位置を判別し、

前記境界位置をもとにして前記光ファイバ係合部の延在方向を求め、

求めた延在方向を基準として前記形状測定機の測定方向を調整し、

調整した測定方向に触針でなぞって得られる前記光ファイバ係合部の輪郭断面形状をもとに2個以上の前記光ファイバ係合部のピッチおよび／または深さの寸法精度を測定することを特徴とする光ファイバ固定用部材の寸法精度の測定方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は光ファイバ端部を位置決め係合するための光ファイバ固定用部材および光ファイバ端部が位置決め固定された光ファイバアレイ、光導波路モジュールおよび光ファイバ固定用部材の寸法精度の測定方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 光ファイバの光入出力端を高精度で位置決め固定するための部材に光ファイバ固定用部材が用いられている。このような光ファイバ固定用部材は例えば特開平8-292332号公報（以下、公報という）に光ファイバ固定用基板として開示されている。この基板は、プレス成形により、その表面に光ファイバを収容し、位置決めするための固定用溝が形成されている。固定用溝の断面形状はV字型であり、その底面が尖ったものや平坦なものが示されている。さらに前記公報には固定用溝に光ファイバを収容し、蓋で押さえた光ファイバアレイが開示されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 光ファイバ固定用部材を研削加工やプレス成形等の方法により作製した後、光ファイバ端部を位置決め係合する光ファイバ係合部が所定の精度内に形成されているかどうかを検査する必要がある。例えば複数本の光ファイバを位置決め係合して整

(2)

特開平11-153723

列させる場合、各光ファイバ係合部のピッチ精度が所定の範囲内のものでないと、低い光接続損失が要求される光ファイバアレイに用いることができない。従来、ピッチ寸法精度測定方法には、測定顕微鏡等で画像から測定する光学式測定方法と、触針を使った形状測定機を用いる触針式測定法とがある。

【0004】(1) 測定顕微鏡等で画像から各光ファイバ係合部のピッチ寸法を測定する場合、例えば光ファイバ係合部の底面の中心間のピッチ等を測定する方法を用いることができる。

【0005】しかし、光ファイバ係合部の底面が前記公報に開示されているように尖ったものであると、光ファイバ係合部の底面の中心位置を検出するための画像のコントラストが得られにくい。また前記公報に開示されているように、光ファイバ係合部の底面が平坦であっても、底面が粗い面からなっていると固定用溝を構成する斜面と平坦な底面とを画像処理から判別するのが難しい。よって測定顕微鏡等で画像処理により自動的にピッチの計測ができない場合がある。

【0006】例えば底面が尖っていると、光ファイバ係合部の光ファイバ側面を支持する斜面同士が直接接しているため、斜面同士の境界線に自動的にピントを合わせるのが困難であり、顕微鏡で観察すると2つの斜面での照明光に対する反射率が近く、斜面同士の境界線が明らかでない。また境界線が肉眼では観察できたとしても、画像処理による境界線の検出では、斜面の加工すじと境界線を間違えてしまうことが多い。

【0007】一方、底面が平坦なものであっても粗い面からなっている場合、照明光が底面によって乱反射される。よって底面と斜面がともに白っぽく映り、底面と斜面の境界でのコントラストが低くなる。また底面と各斜面の境界が緩やかな曲面で構成されている場合には、底面と各斜面の境界でのコントラストが小さく、画像から境界を判別することが更に困難になる。

【0008】以上のように、平坦な底面と斜面との画像のコントラストが低く、さらに底面と斜面の境界線がはっきりしないと、光ファイバ係合部の中心位置を見つけにくいという問題があった。

【0009】(2) 一方、触針式の形状測定機を用いた測定法では、光ファイバ係合部の表面を先端アール1~30 $\mu$ m程度の触針で溝方向(係合させた光ファイバの光軸)と直角になぞり、光ファイバ係合部の輪郭断面形状をまず測定する。次に得られた輪郭断面形状を解析ソフトで解析し、光ファイバ係合部のピッチや深さの精度を求める。

【0010】ただし正確にピッチを測定するには、光ファイバ係合部の溝方向(光ファイバの光軸方向、光ファイバ係合部の延在方向)と測定方向(触針のスキャン方向)の直角度を正確に合わせる必要がある。

【0011】この直角合わせが正確でないと、 $\Delta P = P$

$((1/\cos\Delta\theta) - 1)$ だけピッチを大きく測定してしまう( $\Delta P$ :ピッチの誤差、 $\Delta\theta$ :直角からのずれ角度、 $P$ :真のピッチ、)例えば250 $\mu$ mピッチで8本のV溝を持った一般的な光ファイバ固定用部材では、累積ピッチが250 $\times$ 7=1750 $\mu$ mとなる。よって $\Delta\theta$ が1度でも、ピッチは0.27 $\mu$ mも大きく測定されてしまう。シングルモード光ファイバ用の固定用部材においては、最近のピッチ許容誤差は $\pm 0.5\mu$ m以下なので、測定における0.27 $\mu$ mの誤差は許容できる誤差ではない。逆に測定における許容誤差を0.1 $\mu$ m以下にするには、直角度の誤差を0.64度以下にしなければならない。

【0012】このように触針式の形状測定機による精度測定においても、触針のスキャン方向を正確に合わせる必要がある。よって光ファイバ係合部の溝底面の位置を検出しにくいと、触針のスキャン方向を合わせるのに非常な労力を要する。またスキャン方向合わせの自動化を実現するためにも、観察画像上で光ファイバ係合部の溝底面位置をコントラスト良く検出できる必要がある。

【0013】(3) 以上のような問題は、光ファイバを光ファイバ係合部に係合させ、光ファイバアレイを組立るときにも起きる。例えば光ファイバを光ファイバ係合部に係合させるときには、光ファイバ係合部付近を上方向から顕微鏡等で拡大し、光ファイバ係合部の中心に光ファイバの光軸が位置するように例えば光ファイバ位置を精密ステージで微調整する。このとき従来の光ファイバ固定用部材では、光ファイバ係合部の中心位置がはっきりせず、特に多心の光ファイバを係合する際には非常な労力を要していた。光ファイバ係合部に光ファイバを係合させる操作を自動化するには、画像処理で光ファイバ係合部の中心位置を認識させる必要がある。しかし画像処理による境界検出能力は肉眼より劣るため、境界部でのコントラストを上げる必要がある。

【0014】(4) さらに上記光ファイバ固定用部材と光ファイバと押さえブロックとよりなる光ファイバアレイを組立てた後に、光ファイバの入出力端部と光ファイバに沿う端部付近において、光ファイバの光軸が光ファイバ係合部の中心に沿っているかどうかを検査する必要がある場合がある。このとき光ファイバ固定用部材または押さえブロックのいずれかが透明であれば、光ファイバが係合固定された光ファイバ係合部付近を顕微鏡によって観察することができる。しかし従来の光ファイバアレイでは前記のように基準となる光ファイバ係合部の中心が正確にわかりにくいので高精度な位置精度の検査には非常な労力を要していた。

【0015】本発明は上記の背景のもとでなされたものであって、その課題は、顕微鏡などによって光ファイバ係合部の中心位置が高精度に求められ、その結果、測定顕微鏡や触針式の形状測定機で光ファイバ係合部の正確な精度測定が可能となり且つ容易に光ファイバアレイを製

(4)

特開平11-153723

造できる光ファイバ固定用部材、光ファイバ入出力端部付近で光ファイバが光ファイバ固定用部材の光ファイバ係合部の中心に位置しているかを容易に検査可能な光ファイバアレイ、そのような光ファイバアレイを備えた光導波路モジュール、および前記光ファイバ固定用部材の寸法精度を測定するための光ファイバ固定用部材の寸法精度の測定方法を提供することにある。

【0016】

【課題を解決するための手段】本発明者らは、上記の課題を解決するためには、光ファイバ固定用部材の光ファイバ係合部に光を照射したとき、光ファイバ係合部の底面によって反射または透過する光の強度と、光ファイバ側面を支持するための斜面によって反射または透過する光の強度の差が大きいことが必要であり、また光ファイバ係合部の底面と斜面との境界付近で反射光や透過光の強度が急激に変化することが必要であることを見出した。

【0017】本発明はこのような知見に基づき完成させたものであり、光ファイバ端部を位置決め係合するための光ファイバ固定用部材において、前記光ファイバ端部の側面を支持するための2つの斜面と前記2つの斜面の間に位置する底面を有する光ファイバ係合部を備え、前記底面が平坦であり、かつ前記斜面に支持された光ファイバの光軸に対し垂直な断面において前記底面と前記斜面とが接続する部分で前記底面と前記斜面との傾きが不連続であることを特徴とする光ファイバ固定用部材、および、光ファイバ端部を位置決め係合するための光ファイバ固定用部材において、前記光ファイバ端部の側面を支持するための2つの斜面と前記2つの斜面の間に位置する底面を有する光ファイバ係合部を備え、前記底面が平坦であり、かつ前記底面に対し上方向または下方向から光を照射した状態で光ファイバ係合部を見たとき、反射光または透過光による前記底面と前記斜面とのコントラストが大きくなるよう、反射膜および/または反射防止膜を前記斜面と前記底面に選択的に成膜したことを特徴とする光ファイバ固定用部材、ならびに、光ファイバ端部を位置決め係合するための光ファイバ固定用部材において、前記光ファイバ端部の側面を支持するための2つの斜面と前記2つの斜面の間に位置する底面を有する光ファイバ係合部を備え、前記底面が平坦であり、かつ前記底面の表面粗さがRaで1.0  $\mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする光ファイバ固定用部材を要旨とする。

【0018】また上記の光ファイバ固定用部材と、前記光ファイバ固定用部材の光ファイバ係合部に係合された光ファイバと、前記光ファイバ係合部に係合された光ファイバ側面を押圧し、前記光ファイバ端部を前記光ファイバ固定用部材とで挟持する押さえブロックとを備え、前記光ファイバ固定用部材または押さえブロックの少なくとも一方が透明である光ファイバアレイと、上記光ファイバアレイと、前記光ファイバアレイと光接続された

光導波路素子とを有する光導波路モジュールを要旨とする。

【0019】さらに光ファイバ固定用部材の寸法精度の光学式測定方法において、上記光ファイバ固定用部材の光ファイバ係合部の斜面と底面の観察像のコントラストを利用して前記斜面と底面との境界位置を判別し、前記境界位置をもとに2個以上の前記光ファイバ係合部のピッチを測定することにより光ファイバ係合部の寸法精度を測定することを中心とする光ファイバ固定用部材の寸法精度の測定方法、ならびに、光ファイバ固定用部材の寸法精度を形状測定機を用いて測定する触針式測定方法において、前記光学式測定方法の一部を取り込み、光ファイバ固定用部材の光ファイバ係合部の斜面と底面との観察像のコントラストを利用して前記斜面と底面との境界位置を判別し、前記境界位置をもとにして前記光ファイバ係合部の延在方向を求め、求めた延在方向を基準として前記形状測定機の測定方向を調整し、調整した測定方向に触針でなぞって得られる前記光ファイバ係合部の輪郭断面形状をもとに2個以上の前記光ファイバ係合部のピッチおよび/または深さの寸法精度を測定することを中心とする光ファイバ固定用部材の寸法精度の測定方法を要旨とする。

【0020】なお、前記光ファイバ係合部を触針でなぞるには、光ファイバ固定用部材を固定している固定台の方を動かすようにしても、形状測定機の触針の方を動かすようにしてもよい。

【0021】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施の形態について説明する。

【0022】本発明の光ファイバ固定用部材は表面に光ファイバ端部を位置決め係合するための光ファイバ係合部を有するものである。この光ファイバ係合部は光ファイバ端部を係合したときにこの光ファイバの側面を支持する2つの斜面と、この2つの斜面の間に位置して光ファイバとは非接触となる平坦な底面を含むものである。

【0023】ここで前記光ファイバ係合部の代表的な形状は凹部をなしており、光ファイバ端部の側面を支持するための前記凹部の対向面となる2つの斜面は、前記凹部の上部から底へ向かうにつれて対向面間が徐々に狭まる方向に傾斜しており、斜面の終わる凹部の底が前記底面を形成する。

【0024】本発明の第1の形態は、光ファイバ係合部の2つの斜面に支持された光ファイバの光軸に対し垂直な断面において前記底面と前記斜面とが接続する部分、すなわち底面と斜面の境界で底面の傾きと斜面の傾きとが不連続であり、円弧によって接続されていないことを特徴とするものである。

【0025】このとき光ファイバ係合部の斜面は平坦な底面から急激に立ち上がり、一方向から光を照射すると底面による反射方向と斜面による反射方向とが一致せ

(5)

特開平11-153723

ず、底面から斜面に沿ってその反射方向を肉眼で見ると、反射方向が底面と斜面の境界で急激に変化する。

【0026】光を平坦な底面に対して垂直な方向から照射し、光ファイバ固定用部材の各部分による反射光を光の照射方向から見ると光ファイバ係合部の底面では正反射により反射光の強度が大きく、斜面では光の入射方向と反射方向が一致しないので反射光の強度は小さい。

【0027】さらに顕微鏡によって光ファイバ係合部の底面に対し垂直な方向から観察するとき、落射照明によって前記底面に垂直な方向から照明光を照射できるが、このとき顕微鏡の焦点を底面に合わせておくと、底面と斜面の境界から斜面に向けて急速に顕微鏡の焦点深度から外れることになり、平坦な底面のみが鮮明に観察される。このように底面と斜面の境界線を認めることができる。

【0028】これに対し、光ファイバ係合部の2つの斜面に支持された光ファイバの光軸に対し垂直な断面において前記底面と前記斜面とが接続する部分において、底面から斜面へと傾きが連続的に変化するような、例えば平坦な底面であっても円弧によって斜面に接続するような形状の光ファイバ係合部では、上記のように光を照射したとき、底面と斜面の明暗は生じるが、その境界がぼやけてしまい境界線を見分けることができない。

【0029】次に本発明の第2の形態は、光ファイバ係合部の平坦な底面に対し上方向または下方向から光ファイバ係合部に光を照射して見たときの底面と斜面でのコントラストが大きくなるよう、反射膜および/または反射防止膜を斜面と底面に選択的に成膜したことを特徴とするものである。底面に対して照射する光の方向は垂直方向からでも、斜め方向からでもよい。

【0030】この形態としては前述した第1の形態のように光ファイバ係合部の形状によって高コントラストを生じるもの、あるいは底面のみにリソグラフィなどの方法で反射膜を選択的に形成したり、底面を除く部分に反射防止膜を選択的に形成したり、あるいは反射膜と反射防止膜を併用することによって底面のみ反射光の強度を高くするもの等がある。反射膜や反射防止膜を用いる場合には、底面と斜面との境界で底面の傾きと斜面の傾きとが不連続であっても構わない。

【0031】さらに本発明の第3の形態は、光ファイバ係合部の平坦な底面の表面粗さを $R_a$ で $1.0\mu\text{m}$ 以下としたものである。底面の表面粗さを小さくすることによって、底面表面による乱反射が減少し、斜面と底面のコントラストを大きくすることができる。また底面の表面粗さを小さくすると、表面での光散乱が減るため、光ファイバ固定用部材底面への光の透過量が増加する。よって光ファイバ固定用部材を設置する面を反射率の高いものにすると、設置面からの反射もどおり光により底面のみを明るく光らせることができる。逆に光ファイバ固定用部材を設置する面に反射率の低い黒色のものを用いる

と、底面のみを黒色とし、斜面を光散乱させて白く映ることが可能となる。第3の形態でも、底面と斜面の境界で底面の傾きと斜面の傾きとが不連続であっても構わない。

【0032】以上のように底面での光の透過を利用する場合には、底面表面からの反射光を顕微鏡等に直接入れない方がコントラストを高くするために好ましい。つまり照明の方向と顕微鏡等の観察方向をずらした方が望ましい。測定顕微鏡のように画像から寸法を直接測定する場合、観察像が歪むのを防ぐため、底面に対して垂直方向から観察する必要がある。よって照明方向は垂直軸からずらして配置することが望ましい。

【0033】一方、触針式の形状測定機のように、触針が邪魔になり垂直方向からの観察ができにくい場合には、斜め方向から底面を観察してもよい。この場合、観察方向は底面に対して $30\sim 70$ 度傾斜させる方が、斜面と底面のコントラストが高くなるため好ましい。

【0034】以上のように、光ファイバ係合部の底面の表面粗さは小さいほど好ましいが、表面粗さが $R_a$ で $1.0\mu\text{m}$ 以下であれば、実用的なコントラストが得られ、 $0.5\mu\text{m}$ 以下であれば非常に良いコントラストが得られることが分かった。

【0035】また上記第1の形態と第2の形態、第1の形態と第3の形態、第2の形態と第3の形態、第1の形態と第2の形態と第3の形態を組み合わせることもできる。例えば、第1の形態と第2の形態を組合わせた光ファイバ固定用部材、第1の形態と第3の形態を組合わせた光ファイバ固定用部材によれば光ファイバ係合部の底面と斜面のコントラストが大きく、その境界線をはっきりと見分けることが可能な光ファイバ固定用部材を得ることができる。

【0036】さらに光ファイバ端部の側面を支持するための2つの斜面の開き角度を $50\sim 100$ 度、好ましくは $50\sim 90$ 度の範囲にすることによって光ファイバ係合部を顕微鏡で観察した場合、焦点を光ファイバ係合部の底面に合わせると底面との境界に近い斜面も焦点深度から外れてぼやけるため、底面のみがよりはっきりと観察できる。

【0037】また光ファイバ係合部を複数有する光ファイバ固定用部材の場合、各光ファイバ係合部の平坦な底面が同一平面上に位置することが好ましい。このような光ファイバ固定用部材では顕微鏡の視野に複数の光ファイバ係合部が入るようにしたとき、各底面に焦点を合わせた状態にすることができ、光ファイバ係合部中心間のピッチ間隔の測定評価が容易になる。

【0038】光ファイバ固定用部材の材料としては、ガラス、結晶化ガラス、硬化状態で透明な高分子材料（例えば樹脂）など微細加工やモールド成形が可能な材料ならばよく、さらには光ファイバ係合部が裏面より観察できる透明なガラスで、低熱膨張係数のガラスが特に好ま

(6)

特開平11-153723

しい。また加工方法としては、研削加工、モールド成形などがあげられる。特にモールド成形の場合、光ファイバ係合部を転写する成形型は成形する光ファイバ係合部の形状に対して反転する形状のものをを用いることができるが、その際、光ファイバ係合部の底面を転写する型の成形面は少なくとも平坦とし、さらに平滑状態にすることが好ましい。

【0039】例えば平滑な表面を有する型材料を砥石によって研削加工する場合には、光ファイバ係合部の斜面を転写する成形面を砥石で加工し、これらの成形面の上に光ファイバ係合部の底面を転写する成形面として型材料の平滑な表面の一部を残す。このようにすれば斜面を転写する成形面の加工の後、別工程で光ファイバ係合部の底面を転写する成形面を加工する必要がなく、また各光ファイバ係合部の底面を転写する成形面が同一平面上になるので成形面の高さを合わせる必要がなくなる。また底面を転写する成形面と斜面を転写する成形面との間に鋭いエッジが形成され、このエッジ部が光ファイバ係合部の底面と斜面の境界線を形成する。

【0040】モールド成形の場合、屈伏点が低く、モールド成形温度と室温の間における平均熱膨張係数の小さいガラスが好ましい。このようなガラスとして、 $\text{SiO}_2$ 、 $\text{B}_2\text{O}_3$ 、 $\text{ZnO}$ を含むものがある。モールド成形は通常の高精度成形品を作製する方法を用いる。また量産性などではモールド成形に及ばないが研削加工も可能であり、その場合には光ファイバ係合部の底面を平滑面仕上げの砥石により平滑状態にすることが好ましい。

【0041】これまで説明してきた光ファイバ固定用部材に透明なものを使用し、その光ファイバ係合部に光ファイバを係合して、上面から押さえブロックによって光ファイバを押圧し、光ファイバ端部を光ファイバ固定用部材とで挟持して光ファイバアレイを得ることができる。このような光ファイバアレイは光ファイバ係合部が形成されている面の裏側から顕微鏡により光ファイバ係合部および光ファイバ係合部に係合固定された光ファイバ端部を観察することができる。光ファイバ係合部の底面に垂直な方向から観察すると先に説明したように光ファイバ係合部の底面がはっきりと見分けられるので光ファイバ端面のみでなく、端面に連なる光ファイバ端部が光ファイバ係合部に正確に係合固定されているかどうか検査することが容易にできる。押さえブロックとしては例えば光ファイバ固定用部材に用いられるガラス等の材料からなる板状のものなどを使用することができる。

【0042】押さえブロックの光ファイバ側面と接する部分は光ファイバ側面を確実に押圧できるよう平面であることが望ましい。

【0043】上記の光ファイバアレイの組立では、例えば光ファイバ係合部に光ファイバ端部を係合させ、そこに光硬化性樹脂や熱硬化性樹脂のような接着剤を塗布し、押さえブロックで光ファイバ係合部に係合された光

ファイバ側面を、光ファイバを押さえブロックと光ファイバ固定用部材とで挟持されるように押圧する。その状態で接着剤を硬化させ、光ファイバ端部を光ファイバ固定用部材に対し固定する。本発明における光ファイバ固定用部材、押さえブロックは、透明な材料からなるものに限られないが、上記のように係合固定された光ファイバ端部を観察したり、光硬化性樹脂を硬化させるための紫外線照射を行ううえから、透明な材料を用いることが好ましい。

【0044】光ファイバアレイの光ファイバ係合部、光ファイバ、押さえブロックの少なくともいずれか2つの部材によって囲まれた空間の一部または全部に接着剤を有する上記のような光ファイバアレイでは、光ファイバ係合部の底面表面における反射率が大きい方が底面を見分けることが容易になるので、接着剤と光ファイバ固定用部材の屈折率差が大きいことが好ましい。光ファイバアレイを組み立てた後、光ファイバアレイの光接続側端面を研磨する。

【0045】これまで説明してきた光ファイバアレイを用い、光ファイバアレイと光導波路素子とを光接続して光導波路モジュールを得ることができる。光導波路素子としては、例えば分岐型光導波路素子、受光素子や発光素子やその他光学素子を備えた光導波路素子などをあげることができる。さらに光導波路素子を介して光ファイバアレイが光接続されている光導波路モジュールであって、少なくともいずれか一方の光ファイバアレイが本発明の光ファイバアレイであるものなどがある。

【0046】

【実施例】以下、本発明の実施例について説明する。

【0047】

【実施例1】炭化タングステンを主成分とする超硬母材を精密加工し、平面寸法が幅5mm、長さ5mmで、高さが1.4mmの土台付き超硬ブロックを得た。なお超硬ブロックの上面のみは、表面粗さがRaで0.04μmとなるよう表面加工した。この超硬ブロックの上面に、ダイシングソーとダイヤモンド砥石を用い、幅5mmの中心に並ぶように、開き角60度のV溝を250μm間隔で9本加工した。なお加工にあたっては、V溝とV溝の間に幅約20μmの未加工面（前記した上面）が残るようにV溝深さを設定した。

【0048】次に両端のV溝の底面からV溝の外側に向かってV溝の深さと同じ深さに平面加工し、図2のように平面2に三角突起状のストライプ3が8本ならんだ凹凸溝4を有するV溝成形用の型1を得た。

【0049】以上の成形型作製法によって、V溝成形用の型1の凹凸溝4の先端部には、幅約20μmで、表面粗さがRaで0.04μmの平面部5が形成される。

【0050】本V溝成形用型を他の型部品と組み合わせ、図3のような光ファイバ固定用部材用成形型を構成した。すなわち上述したV溝成形用型Bと、光ファイバ被

(7)

特開平11-153723

覆部を載置する台座部を転写形成する成型型Dと、前記V溝成型用型Bおよび成型型Dを固定枠Eで一体化して上型とし、他に光ファイバ固定用部材側面を形成するための側型Fと光ファイバ固定用部材底面を形成するための下型Gを用いてキャビティZを構成した。

【0051】なお各成型型の成型面には、離型性を持たせるため、イオンプレーティング法により予めカーボン系離型膜Hを500オングストローム成膜した。

【0052】次に、 $\text{SiO}_2$ を13.3wt%、 $\text{B}_2\text{O}_3$ を32.2wt%、 $\text{ZnO}$ を44.5wt%、 $\text{Al}_2\text{O}_3$ を5.5wt%、 $\text{Li}_2\text{O}$ を4.5wt%それぞれ含有し、さらに、外割りで $\text{SnO}_2$ を0.1wt%含有するガラス素材を熱間で予備成形し、稜が曲面を呈する幅3.8mm、長さ10.5mm、厚さ2.05mmのガラス予備成形体Jを得た。このガラス予備成形体Jを、図3のように成型型のキャビティZ内に配置し、型を不活性雰囲気中で560℃に加熱しながら、型で150kgf/cm<sup>2</sup>の圧力を加え、90秒間ガラス予備成形体Jをプレス成形した。この後、加圧力を弱めながら室温まで冷却し成形品Cを型から取出した。

【0053】図4のように成形品である光ファイバ固定用部材Cの上面には、光ファイバ係合部C-1を構成するV溝C-2が250μmピッチで8本形成されている。また光ファイバ被覆部を載置するためにV溝成形面C-4より一段低い段差面C-3が形成されている。

【0054】図1のようにV溝14の底面13には幅20μm程度の平坦部（平坦部）がある。このV溝14の表面粗さを触針先端径5μmの表面粗さ計で測定したところ、V溝底面13の表面粗さはRaで0.04μmであった。つまりV溝底面13の平坦部は、図2に示す前記の凹凸溝先端平坦部5を転写した面であり、型1の凹凸溝先端平坦部5と同じ表面粗さに形成されることが分かった。一方、V溝14の斜面12の表面粗さは、Raで0.2μmとなった。またV溝底面13と斜面12とが接続する部分で、光ファイバ係合部の延在方向に対する垂直断面におけるV溝底面13の傾きと斜面12の傾きとは不連続となっている。さらに光ファイバ係合部15の上方向または下方向より光を照射した状態でのV溝底面13と斜面12とのコントラストは肉眼で明確に判別可能であった。

【0055】上記の光ファイバ固定用部材のV溝精度を以下のように測定した。測定顕微鏡の倍率を画面上で100倍に設定し、光ファイバ固定用部材11のV溝底面13に対して垂直方向からみた画像を取り込んだ。なお照明光源はハロゲンランプを用い、照明による温度上昇を防ぐため、熱線吸収フィルタで熱線をカットし、光ファイバ固定用部材11のV溝底面に対して垂直方向から照射し、ピントはV溝底面に合わせた。次にV溝底面の両側のエッジ（底面と斜面の境界）を画像処理により自動検出させ、両エッジの中間位置を計算させてV溝底面

13の中心位置を求めた。同様な操作を各V溝14で繰返し、V溝底面13の中心位置間の距離を測定することでV溝14のピッチ精度を測定した。実施例の光ファイバ固定用部材11では、V溝底面と斜面での画像の明るさが異なり、そのコントラストから容易にV溝底面の両側のエッジを正確に自動検出することができた。その結果、V溝ピッチ測定において、同一測定画像での解析誤差が0.1μm程度に収まった。

【0056】以上は素材としてガラスを用いた場合であるが、モールド成形可能であり、硬化状態において透明な高分子材料を素材とした場合についても同様である。

【0057】上記光ファイバ固定用部材の光ファイバ係合部に、次に示す①～③の成膜をそれぞれ行い、斜面と底面でのコントラストをより大きくすることができた。

【0058】①斜面または底面のいずれか一方に、反射膜または反射防止膜のいずれか一方を成膜

②斜面上に反射防止膜を、底面に反射膜を成膜

③斜面上に反射膜を、底面に反射防止膜を成膜

【実施例2】実施例1の光ファイバ固定用部材のV溝ピッチ精度を、測定顕微鏡を用いて以下のように測定した。測定顕微鏡の観察台に金属製ミラーを置き、その上に光ファイバ固定用部材を設置した。またV溝の長手方向からV溝底面に対し60度上方から照明光を当て、反射光が直接測定顕微鏡の光学系に入らないようにした。観察はV溝底面に対し垂直方向から行い、ピントをV溝底面に合わせた。上記の配置により、実施例の光ファイバ固定用部材のV溝底面のみが明るく映しだされた。実施例1と同様な方法でV溝ピッチを測定したところ、同様な測定精度で測定ができた。肉眼による比較では、実施例1の設定にくらべてV溝底面の判別が容易であった。

【0059】

【実施例3】金属製ミラーのかわりに黒色の表面処理をしたアルミ板を置き、照明光を若干強めた以外は実施例2と全く同様の方法でV溝ピッチを測定した。上記の配置により、実施例の光ファイバ固定用部材のV溝底面のみを黒色に映しだすことができた。実施例1と同様な方法でV溝ピッチを測定したところ、同様な測定精度で測定ができた。肉眼による比較では、実施例2の設定にくらべてもV溝底面の判別が容易であった。

【0060】

【実施例4】実施例1の光ファイバ固定用部材のV溝精度を触針式の形状測定機で、以下のようにして測定した。サンプル設置台としてX-Yステージと回転ステージからなる精密ステージを用い、回転ステージ上にサンプル固定用の治具を固定した。なお固定用治具は、実施例3のアルミ板と同様に、上面が黒色のものを用いた。光ファイバ固定用部材は、V溝方向を触針のスキャン方向とほぼ直角に向けた状態で本固定用治具上に固定した。またV溝底面の観察のため、V溝方向と平行でV溝



(8)

特開平11-153723

底面に対し45度上方に傾けて顕微鏡を設置し、V溝底面に垂直な方向から光を照射した。

【0061】まず顕微鏡を見ながら、触針をV溝底面に落とし、次にYステージを駆動して、触針のスキャン方向と直角方向に光ファイバ固定用部材を移動させる。この時、V溝の方向と触針のスキャン方向が正確に直角でないと、ステージ駆動により触針の先端がV溝底面から外れる。触針の先端がV溝底面から外れた場合には、回転ステージを微調整し、V溝底面から触針が外れなくなるまで光ファイバ固定用部材の方向を調整する。顕微鏡に映る光ファイバ固定用部材の観察像は、V溝底面の平坦部のみが黒く映るため、V溝の斜面と底面との境界位置の判別が非常に容易であり、したがって方向合わせも非常に容易であった。前記方向調整により、光ファイバ係合部の延在方向すなわちV溝方向を正しく求めることができ、このV溝方向と触針のスキャン方向との直角度の誤差を0.64度以下にすることができ、触針のスキャン方向を正確に調整できた。

【0062】Xステージを駆動して、光ファイバ係合部の表面を触針で溝方向と直角になぞり、光ファイバ係合部の輪郭断面形状を測定する。次に得られた輪郭断面形状を解析ソフトで解析し、光ファイバ係合部のピッチや深さの精度を求めた。光ファイバ係合部のV溝方向と触針のスキャン方向との直角度が正確に合っているため、測定における許容誤差を0.1μm以下にすることができた。

【0063】

【実施例5】実施例1の光ファイバ固定用部材を用い、図5に示すように、光ファイバ固定用部材Cの光ファイバ係合部C-1の各々にシングルモード光ファイバFを係合配置し、透明なガラスからなる押さえブロックMを用いて光ファイバを挟持するとともに、紫外線硬化型樹脂で接着固定した。次いで光ファイバ固定用部材Cと押さえブロックMとで固定された側の光ファイバ端面を光ファイバ固定用部材端面と押さえブロック端面とともに研磨して光ファイバアレイYを作製した。この光ファイバアレイについて実施例2、3と同じようにして光ファイバ係合部の底面を判別し、係合固定されたシングルモード光ファイバの位置が光軸方向に沿ってずれの無いことを容易に確認することができた。さらに図6に示すように、この光ファイバアレイYと光導波路素子Wとを光ファイバと光導波路とが光接続するように接続して光導波路モジュールを得た。

【0064】本実施例で得られた光ファイバアレイおよび光導波路モジュールは光ファイバの端面位置だけでなく端面に連なる光ファイバの少なくとも端面付近で光軸が光ファイバ係合部の方向に正確に沿っているものであった。

【0065】

【発明の効果】本発明によれば、光学式測定や触針測定によって光ファイバ係合部の中心が高精度に求まり、その結果、容易に光ファイバアレイを製造できる光ファイバ固定用部材を得ることができる。

【0066】また、このような光ファイバ固定用部材を用いることにより、光ファイバ入出力端面付近で光ファイバが光ファイバ固定用部材の光ファイバ係合部の中心に位置しているかを容易に検査でき、光ファイバの端面位置だけでなく端面に連なる光ファイバの少なくとも端面付近で光軸が光ファイバ係合部の方向に正確に沿っている光ファイバアレイ、光導波路モジュールを得ることができる。

【0067】さらに本発明の寸法精度の測定方法によれば、光ファイバ固定用部材の光ファイバ係合部のピッチや深さの寸法精度を正確に測定することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】実施形態の光ファイバ固定用部材の光ファイバ係合部における横断面図である。

【図2】実施形態のV溝成形用凹凸溝型の斜め上方から見た斜視図である。

【図3】実施形態の光ファイバ固定用部材用成型による光ファイバ固定用部材の製造方法を説明する工程図であり、(a)はプレス前の正断面図、(b)は同側断面図、(c)はプレス中の正断面図、(d)は同側断面図である。

【図4】実施形態の光ファイバ固定用部材の斜視図である。

【図5】実施形態の光ファイバアレイを示す説明図であり、(a)は斜視図、(b)は正面図である。

【図6】実施形態の光導波路モジュールの斜視図である。

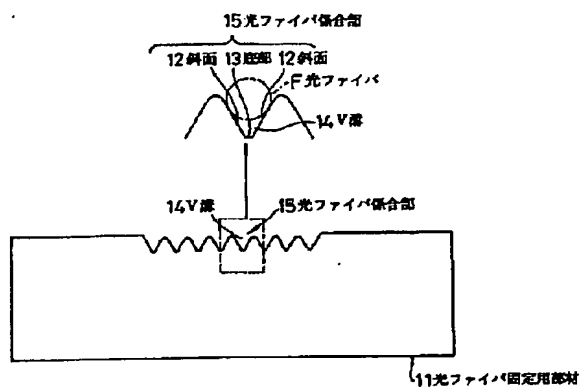
【符号の説明】

- 1 1 光ファイバ固定用部材
- 1 2 斜面
- 1 3 底面
- 1 4 V溝
- 1 5 光ファイバ係合部
- F 光ファイバ

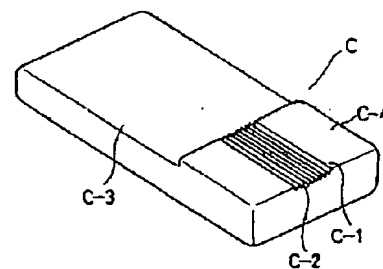
(9)

特開平11-153723

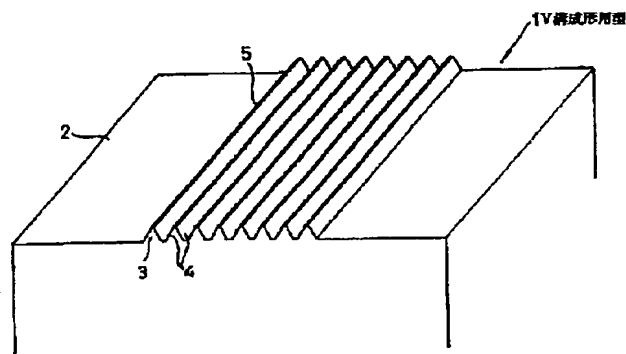
【図1】



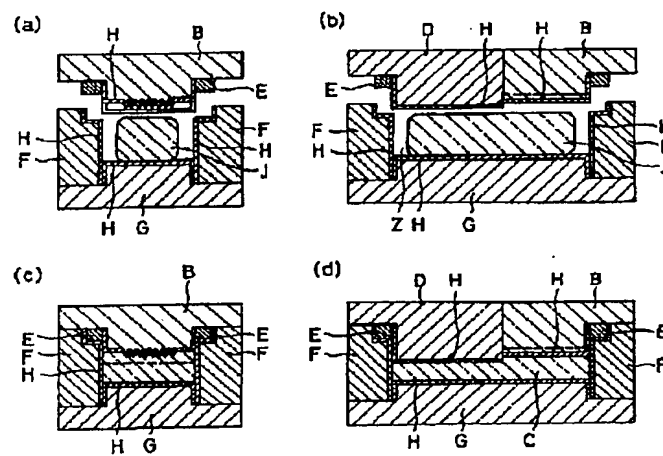
【図4】



【図2】



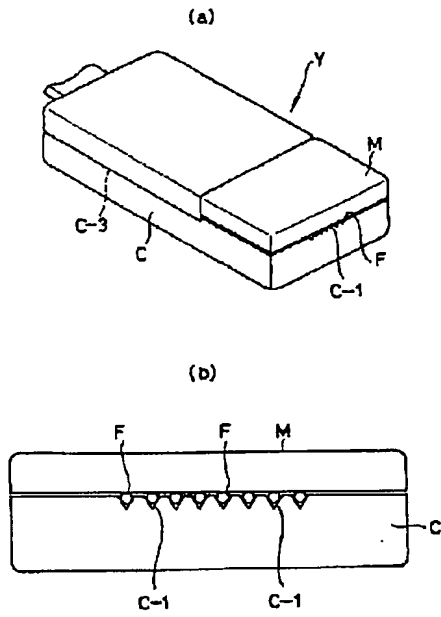
【図3】



(10)

特開平11-153723

【図5】



【図6】

